

## Información Importante

La Universidad de La Sabana informa que el(los) autor(es) ha(n) autorizado a usuarios internos y externos de la institución a consultar el contenido de este documento a través del Catálogo en línea de la Biblioteca y el Repositorio Institucional en la página Web de la Biblioteca, así como en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad de La Sabana.

Se permite la consulta a los usuarios interesados en el contenido de este documento para todos los usos que tengan finalidad académica, nunca para usos comerciales, siempre y cuando mediante la correspondiente cita bibliográfica se le de crédito al documento y a su autor.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, La Universidad de La Sabana informa que los derechos sobre los documentos son propiedad de los autores y tienen sobre su obra, entre otros, los derechos morales a que hacen referencia los mencionados artículos.

**BIBLIOTECA OCTAVIO ARIZMENDI POSADA**  
UNIVERSIDAD DE LA SABANA  
Chía - Cundinamarca

**Universidad de La Sabana**  
**Juan Felipe Carvajal Zuleta**

## **EL MILA Y SU INFLUENCIA EN LA EFICIENCIA DEL MERCADO FINANCIERO COLOMBIANO**

### **Asbtract**

El presente trabajo tiene como objetivo comprobar si el Mercado Integrado Latinoamericano generó cambios en la eficiencia en su forma débil en el mercado financiero colombiano, usando un test de ratio varianza. Primero, se evalúa la estacionariedad de las series, mediante las pruebas de raíz unitaria Dickey-Fuller Aumentado y KPSS. En segundo lugar, se comprueba la caminata aleatoria de las cinco principales acciones del COLCAP, que se han mantenido en el índice durante el periodo analizado; es decir, entre el 2008 y el 2014; encontrando que para el periodo Pre-MILA únicamente la acción Preferencial Bancolombia no seguía una caminata aleatoria mientras que para que el periodo Post-MILA, las acciones Grupo Argos, ISA y Preferencial Bancolombia no siguen una caminata aleatoria, concluyendo que si bien el MILA es un proyecto de integración nuevo, el cual no ha tenido un desarrollo muy fuerte por parte de sus miembros, este pudo tener una influencia negativa en la eficiencia en su forma débil en el mercado financiero colombiano.

This paper aims to verify if the Mercado Integrado Latinoamericano has generated changes in the weak-form efficiency in the Colombian financial market, using a variance ratio to test it. First, the stationarity of the series is evaluated by the Augmented Dickey-Fuller and KPSS unit root tests. Secondly, there is tested the random walk of the five main shares of COLCAP, which have maintained in the index during the period analyzed, that is between 2008 and 2014. For the Pre-MILA period, only the Preferential Bancolombia stock did not follow a random walk while for the Post-MILA period, the Grupo Argos, ISA and Preferential Bancolombia shares did not follow a random walk, concluding that the MILA even though it is a new integration project, which has not had a strong development by its members, this could have a negative influence in the weak-form efficiency of the Colombian financial market.

## 1. Introducción

Los mercados financieros son una fuente generadora de ingresos para los inversionistas en el mundo moderno. Por lo cual, el objetivo final de estas inversiones es tratar de “vencer” al mercado y obtener ganancias anormales. Para lograr esto, se utilizan diversas metodologías para evaluar si las acciones se están cotizando al precio en el que deberían o si, por el contrario, estas se encuentran sobrevendidas o sobrecompradas, y de esta manera lograr obtener ganancias. Por otro lado, algunos teóricos afirman que estas ganancias no se deben a dichas metodologías, sino a un factor llamado “suerte” que los inversionistas tuvieron al momento de negociarlas. Para sustentar dicha afirmación, Eugene Fama ha desarrollado una teoría conocida como Hipótesis del Mercado Eficiente, la cual afirma que los mercados son eficientes y ninguna persona puede obtener retornos anormales, debido a que los precios se generan aleatoriamente. El trabajo de Fama dio lugar a que se investigarán los diferentes mercados financieros en el mundo, tal como se mencionará más adelante.

Para el caso colombiano, se han realizado diversos estudios que buscan comprobar si el mercado financiero para el país es eficiente o no. Autores como Ojeda Echeverri & Castaño Vélez (2014), Duarte Duarte, Mascareñas Pérez-Iñigo, & Sierra Suárez (2014) y Méndez Chaves (2009) demuestran que la hipótesis del mercado eficiente no se cumple, es decir, el mercado colombiano es ineficiente y los agentes participantes de él sí pueden obtener retornos anormales. Dentro de las posibles causas que ocasionan esta ineficiencia se encuentran la falta de liquidez del mercado, los pocos volúmenes que se transan y la falta de participantes en el mercado que impidan que los grandes inversionistas manipulen el mercado a su disposición. Por lo tanto, con la creación del Mercado Integrado Latinoamericano (MILA), se esperaría que los volúmenes y la cantidad de agentes participantes en el mercado aumentarían y le dieran mayor liquidez al mercado; es decir, con la creación del MILA se esperaría que el mercado financiero en Colombia se tornara eficiente.

El propósito de esta investigación es analizar cómo afectó la creación del Mercado Integrado Latinoamericano a la eficiencia del mercado financiero colombiano entre 2008 y 2014. Si bien algunos autores han realizado investigaciones sobre el MILA y la hipótesis de mercados eficientes, no se encontraron artículos que relacionen el MILA, la hipótesis de

mercados eficientes y Colombia de la forma que se plantea en este documento. Por consiguiente, el presente artículo busca dar una primera aproximación en el análisis de la relevancia del MILA para el mercado financiero colombiano en términos de eficiencia.

## **2. Revisión de literatura**

La discusión sobre la eficiencia en los mercados financieros ha sido un tema altamente debatido en finanzas, pues existen teóricos que afirman que los mercados sí pueden ser predichos, como están aquellos que afirman que los precios se generan aleatoriamente por lo cual es imposible predecir el mercado. Por otro lado, debido a que este es uno de los supuestos de los modelos de valoración de activos financieros como el Capital Asset Pricing Model (CAPM) y el Arbitrage Pricing Theory (APT), surge la necesidad de comprobar si esta teoría se aplica para el caso colombiano (Aragónes & Mascareñas, 1994).

### **2.1 Hipótesis de mercado de eficiencia**

Predecir los movimientos de los precios en el mercado financiero e identificar las causas por las cuales estos fluctúan en el tiempo, ha sido el objetivo por parte de los investigadores, operadores e inversionistas. Las primeras aproximaciones teóricas a esta ciencia se basaban en la Teoría de la Probabilidad y los estudios matemáticos de los precios. Sin embargo, se concluía que estas nunca podrían ser aplicadas con exactitud a los movimientos de mercados de valores (Bachelier, 1900).

Posteriormente, el cuestionamiento pasó a ser si los analistas financieros y los pronosticadores acertaban correctamente a predecir los movimientos futuros del mercado accionario. Cowles (1933) realizó una investigación en la cual tomó como muestra 45 comisionistas profesionales que decían pronosticar los movimientos de las acciones. El autor concluye que estas firmas fracasan en predecir el futuro. Además, afirma que cualquier ganancia proveniente por parte de estos pronósticos solo son producto de la suerte y no de una predicción.

Para definir qué es un mercado eficiente se debe partir de un concepto propuesto en 1565 por Cardano, el cual expone la igualdad de condiciones como un pilar en los juegos de azar. Aplicado a finanzas, esto se expresaría como igualdad de información, lo que

generaría un “juego justo” en el cual ningún participante puede obtener retornos anormales a través de la información (Duarte Duarte & Mascareñas Pérez-Iñigo, 2013).

Si bien varios autores han tratado de entender la eficiencia en los mercados financieros, fue Fama (1965a) el que propuso una primera definición para este concepto: *“un mercado donde existe un gran número de personas racionales, las cuales compiten por maximizar beneficios, mediante la predicción del valor futuro de los activos del mercado financiero, y donde toda la información está disponible para todos los participantes”* (p.56). En otras palabras, para Fama un mercado es eficiente cuando en un momento dado el precio actual del activo será un buen predictor de su valor intrínseco.

Por otro lado, se afirma que los mercados son eficientes si sus participantes tienen suficiente liquidez y racionalidad para absorber de forma instantánea los choques que la información pueda generar en los precios de los activos financieros (Duarte Duarte & Mascareñas Pérez-Iñigo, 2014). Además, cuando se habla de eficiencia de mercado también se hace referencia a la velocidad y precisión con la que los precios absorben las expectativas de los inversionistas. Para Akintoye (2008) los mercados eficientes se definen como:

(...) aquellos donde la distribución conjunta de los precios de los títulos en un periodo, dado un set de información que los mercados usan para determinar los precios, es idéntica a la distribución conjunta de precios que existiría si toda la información disponible y relevante en ese periodo fuera utilizada, lo cual implica que no debe haber diferencias entre la información que el mercado usa y la información relevante (p. 8).

Aragonés & Mascareñas (1994) afirman que los mercados son eficientes cuando los participantes de este maximizan su beneficio, lo cual se traduce en un equilibrio en el que el precio del mercado de cualquier título constituye una buena estimación de su precio teórico o intrínseco. Los precios que se negocian en los mercados financieros eficientes reflejan toda la información disponible e incluyen cualquier nueva información que salga al mercado, debido a que la información es gratuita. Por lo tanto, la información es el concepto clave a la hora de comprender la eficiencia en los mercados de capitales, por lo cual, los mercados se definen como eficientes con respecto a un set de información cuando los precios reflejan toda la información disponible (Sewell, 2011). Sin embargo, esta definición no es completa ya que no solo se debe tener toda la información *disponible*, sino que además la información *relevante* debe estar incluida en los precios de los activos (Malkiel, 1991). En otras palabras, el mercado es capaz de absorber y reflejar en sus respectivos

precios toda la información disponible y relevante. Por consiguiente, ningún participante del mercado puede obtener ganancias o retornos a través del uso del análisis técnico ni del análisis fundamental (Malkiel, 2003).

La eficiencia de mercado cataloga la información relevante en tres diferentes formas: La primera se conoce como la forma débil, en la cual toda la *información relevante* está reflejada en los precios históricos de las acciones. Por lo tanto, no se puede obtener retornos anormales a través del uso del análisis técnico. La segunda forma es llamada la forma semifuerte, la cual propone las mismas características de la forma débil e incluye la *información pública* como contribuyente a la formación de precios. Finalmente, la tercera forma se conoce como la forma fuerte de eficiencia, la cual establece que los inversionistas tienen *información privilegiada* relevante para la formación de precios; es decir, existe un monopolio al acceso de información relevante para la toma de decisiones (Fama, 1970).

Por otro lado, Aragonés & Mascareñas (1994) muestran que la forma más testeada es la hipótesis débil. Además, estos autores encontraron que las técnicas más frecuentes para comprobarla es el estudio de autocorrelación serial de los precios o rendimientos de las acciones. En la forma semifuerte se encontró que hay un retraso en la distribución de la información pública, por lo cual cuando salen noticias sobre un activo, todos los participantes valoran la información con la misma velocidad. Finalmente, la forma fuerte se debe considerar no solo la información histórica de los precios ni la información pública sino que debe incluir toda la información disponible, por lo cual se niega que exista que la información privilegiada, ya que no puede existir un acceso monopolístico a la información (Ojeda Echeverri, 2012).

Finalmente, debido al interés que ha surgido alrededor del mundo por comprobar si los mercados son eficientes, se han hecho avances en los test que se realizan para comprar cada una de las formas; a su vez, estas formas han cambiado de nombre e integran otras características. En ese orden la forma débil se conoce como Test para la predictibilidad de retornos, la forma semifuerte se conoce como estudio de eventos. Finalmente, la forma fuerte se conoce como Test para información privilegiada (Fama, 1991).

Estas definiciones de mercados eficientes permiten concluir que los precios de los activos tendrán un comportamiento impredecible, por lo cual los participantes no podrán generar retornos anormales; es decir, los precios siguen la teoría de la caminata aleatoria.

## 2.2 Caminata aleatoria

La caminata aleatoria establece que el nivel futuro de precios no es predecible y se asemeja al camino de una serie acumulada de números aleatorios; es decir, que el cambio de precios es una variable independiente y está idénticamente distribuida. Las series de precios pasados no determinan los precios futuros (Fama, 1965b). Por lo tanto, la idea detrás de la eficiencia de mercado es que la serie de precios sigue una caminata aleatoria; es decir, los precios futuros no dependen de los precios pasados, ya que las noticias son aleatorias, los precios deben ser a su vez aleatorios (Gupta, Preetibedi, & Poonamlakra, 2014).

Como lo afirma Fama (1970), no es posible comprobar directamente la Hipótesis de Eficiencia de Mercado; sin embargo, existen aproximaciones empíricas para comprobarla, así como se evidencia en la investigación realizada por Duarte en 2013, en la cual se realiza una revisión de las investigaciones y metodologías que se han llevado a cabo sobre la comprobación de eficiencia de mercado. Por lo cual, se decidió en esta investigación comprobar la existencia de una caminata aleatoria.

Para comprobar la eficiencia en su forma débil, se han realizado diversas investigaciones en los diferentes mercados financieros alrededor del mundo. Por ejemplo, una investigación realizada para los siete países pertenecientes a la Asociación Surasiática para la Cooperación Regional (ASACR) demostró a través del uso de test de raíces unitarias, que no existe correlación en la serie y predictibilidad en los retornos de la serie, por lo cual se afirma que los mercados financieros del ASACR son eficientes en su forma débil pues siguen una caminata aleatoria (Noman & Ahmed, 2008).

Para África Occidental se encontró que los tres test de ratio varianzas usados en la investigación no rechazan la hipótesis de caminata aleatoria, demostrando de esta manera que los mercados de esta parte de África son eficientes en su forma débil (N'DRI, 2015).

Una investigación en 24 mercados emergentes y nueve industriales, muestra que la hipótesis sobre retornos distribuidos independiente e idénticamente se rechaza en la mitad de los mercados emergentes, mientras que para los mercados desarrollados solo se rechaza en un tercio (Nwachukwu & Shitta, 2015).

Por otro lado, la caminata aleatoria también ha sido usada para testear eficiencia en las crisis financieras. Por ejemplo, Lim, Brooks, & Kim (2008) comprueban los efectos que tuvo la crisis financiera de 1997 en ocho países asiáticos. En esta investigación se demuestra que a pesar de que Hong Kong ha sido el mercado más eficiente durante un periodo de 14 años, en el periodo de la crisis asiática se tornó a un mercado ineficiente. La investigación concluye estableciendo que la crisis financiera en Asia tuvo repercusiones negativas en la eficiencia de los mercados analizados (Lim, Brooks, & Kim, 2008).

Para Sudamérica, se ha evidenciado que los mercados de Argentina, Brasil, Chile, Colombia, México, Perú y Venezuela no siguen una caminata aleatoria; es decir, que rechazan la hipótesis de mercados eficientes (Worthington & Higgs, 2003). Sin embargo, otros autores han evidenciado una mejora en la eficiencia en los mercados de México, Brasil y Colombia desde el 2007 – 2008 y en Chile y Perú desde el 2011 – 2012 (Duarte Duarte & Mascareñas Pérez-Iñigo, 2014).

### **2.3 Críticas a la eficiencia de mercado**

Si bien la hipótesis de mercados eficientes es reconocida mundialmente y aceptada por varios investigadores, existen otros que niegan dicha teoría como por ejemplo Grantham, el cual acusa a la hipótesis de mercados eficientes como la causante de las crisis financieras actuales, ya que quienes aplican esta teoría subestiman los peligros de las burbujas financieras. Por otro lado, George Soros afirma que la quiebra de Lehman Brothers niega la hipótesis de mercados eficientes (Ball, 2009).

Adicionalmente, se están generando nuevos campos de investigación como las finanzas comportamentales, los cuales niegan la teoría propuesta por Fama. Entre sus críticas se encuentran los contagios psicológicos que llevan a la irracionalidad de los participantes del mercado como en la burbuja de internet de finales 1990 o el lunes negro de 1987 (Malkiel, 2003). Además, se afirma que la teoría de mercados eficientes puede llevar a interpretaciones incorrectas de las burbujas en los mercados accionarios (Shiller, 2003).



## **2.4 Eficiencia de mercado en Colombia**

Una vez entendido el concepto de eficiencia de mercado, sus diferentes formas y la metodología para comprarla, es conveniente analizar las investigaciones realizadas para Colombia, el cual es el país de estudio de la presente investigación; sin embargo, se comenzará con un análisis histórico de la Bolsa de Valores de Colombia y luego se abordarán las investigaciones que se han realizado sobre estos mercados. En el siguiente apartado se hará el mismo procedimiento, pero aplicándolo al Mercado Integrado Latinoamericano (MILA).

En Colombia, la creación de la Bolsa de Valores se remonta a 1929; sin embargo, esta primera bolsa se conoció como la Bolsa de Valores de Bogotá. Durante el resto del siglo XX, se crearon dos bolsas adicionales, una ubicada en Cali conocida como la Bolsa de Occidente y otra en Medellín llamada Bolsa de Valores de Medellín. A finales del siglo XX, con el propósito de darle más liquidez al mercado, ampliar la cantidad de instrumentos financieros disponibles y disminuir los altos costos de transacción, las tres bolsas de Colombia deciden unificarse en una única bolsa de valores, que se creó en 2001, y tomó el nombre de Bolsa de Valores de Colombia (BVC). Desde entonces la bolsa ha incrementado la cantidad de participantes del mercado, así como los volúmenes transados y la cantidad de instrumentos que se negocian en esta entre los cuales se encuentran los tradicionales instrumentos de renta variable, y desde el 2008 derivados estandarizados (Bolsa de Valores de Colombia, n.d.).

En Colombia la eficiencia de los mercados financieros ha sido testeada varias veces usando diversas metodologías y diferentes periodos de tiempo. Una investigación que modelaba los retornos del IGBC evidenció que el proceso generador de precios no cumple con lo propuesto en la hipótesis de eficiencia débil (Ojeda Echeverri & Castaño Vélez, 2014). Adicionalmente, se ha encontrado que el mercado financiero colombiano no tiene eficiencia en su forma débil pues en las pruebas realizadas sobre las principales acciones del índice IGBC para el periodo 2002-2012, se encontró que éstas no siguen una caminata aleatoria (Duarte Duarte et al., 2014). Otros autores también han evidenciado la falta de eficiencia en el mercado colombiano pues demuestran que usando pruebas de varianza simple de Lo y Mackinlay o múltiple de Chow y Denning, los precios no siguen un comportamiento aleatorio (Méndez Chaves, 2009).

Por otra parte, se ha encontrado evidencia de que el mercado colombiano si sigue una caminata aleatoria, por lo tanto, si es eficiente en su forma débil. Esto se demostró a través del test de ratio varianza aplicado a los índices accionarios, COLCAP y COL20 (Arenas Botero & Castro, 2012).

## **2.5 Mercado Integrado Latinoamericano (MILA)**

El Mercado Integrado Latinoamericano (MILA) es un acuerdo firmado por las bolsas de valores de Chile, Colombia, Perú y posteriormente México, en el cual se acordó crear un mercado financiero regional para negociar títulos de renta fija y renta variable de los países miembros. Esto con el propósito de darle un mayor volumen de transacciones a los mercados locales así como de incrementar la liquidez y los participantes de estos mercados (Mercado Integrado Latinoamericano, n.d.).

Con la creación del MILA se esperaba que los mercados participantes de este fueran más eficientes o presentaran cambios significativos sobre los movimientos de sus activos; sin embargo, algunos autores han encontrado evidencia de que esto no ocurre, ya que los índices bursátiles de cada miembro no presentan modificaciones relevantes en sus comportamientos. Por lo consiguiente, se podría afirmar que la integración planteada por el MILA, no ha tenido impacto en los mercados financieros de los países que lo componen (Vargas Sierra & Castaño Calle, 2015).

Finalmente, se ha buscado comprobar si el MILA es eficiente en su forma semifuerte, con respecto a las noticias que se generan en el mercado de las materias primas (commodities). Concluyendo que no es posible obtener retornos anormales por los ruidos que generan estas noticias; es decir, que este mercado es eficiente en su forma semifuerte (Hernández Gamarra, 2014).

Si bien el MILA tiene como objetivo darle mayor liquidez al mercado y aumentar la cantidad de participantes, este no ha logrado consolidar la idea con la que fue concebido pues no se han experimentado aumentos masivos de los volúmenes de negociación en las bolsas de los miembros, esto se puede explicar a través del hecho que el MILA ha tenido poco tiempo desde su creación para desarrollarse. Además, tomando en cuenta los altos costos de transacción tales como comisiones, y la dificultad para establecer una moneda única equivalente para los cuatro países miembros, esto ha impedido que el MILA se desarrolle y facilite las transacciones a través de los países.

### **3. Metodología**

En la siguiente sección se especifica la metodología usada para comprobar si existe eficiencia en los mercados financieros de Colombia antes de la creación del MILA y después de esta. Para lograr esto, se describirán los datos que se usarán en esta investigación, así como el proceso de selección de las acciones sobre las cuales se realizarán las pruebas. Finalmente, se hará una descripción de las herramientas estadísticas a usar y la forma en las que éstas serán aplicadas.

#### **3.1 Datos**

Los datos que se utilizan en esta investigación son los precios de cierre diarios de las acciones que coticen en la Bolsa de Valores de Colombia, por lo tanto, estos datos se consideran una serie de tiempo, la cual Wooldridge (2009) define como las observaciones de una variable a lo largo del tiempo; sin embargo, Gujarati & Porter (2009) amplían la definición a un conjunto de observaciones de cierta variable en diferentes periodos de tiempo. Debido a que se desea estudiar si el MILA tuvo un impacto en la eficiencia del mercado colombiano, se decidió tomar los precios de cierre diarios de las acciones tres años antes y tres años después de la puesta en marcha del MILA; es decir, el rango de fechas va desde el 29 de mayo de 2008 hasta 30 de mayo de 2014. Por lo tanto, el total de observaciones que se tiene por cada acción es de 1567. Para evaluar el impacto del MILA, las series de precios estarán divididas en un período pre-MILA, cuyo rango de fechas es 29 de mayo de 2008 hasta el 29 de mayo de 2011, y un periodo post-MILA, el cual comprende desde el 30 de mayo del 2011 hasta el 30 de mayo de 2014.

Si bien existen diversas fuentes de información para obtener los precios de cierre, la escogida en este trabajo para obtener los datos es la plataforma financiera Bloomberg. Se decidió elegir esta fuente de información debido a la facilidad para acceder a los datos, a la periodicidad de estos y al rango establecido. Además, se decidió utilizar el programa R para realizar todas las pruebas estadísticas.

#### **3.2 Muestra**

A continuación, se explicará el procedimiento que se utilizó para seleccionar las acciones, a las cuales se les comprobará la eficiencia en sentido débil. El primer paso para seleccionar la muestra fue determinar el índice del cual se obtendrán las acciones. Se

determinó que el índice que se utilizara para seleccionar la muestra es el índice COLCAP, el cual de acuerdo al Banco de la República de Colombia (n.d.), se define como “*un indicador que refleja las variaciones de los precios de las 20 acciones más líquidas de la Bolsa de Valores de Colombia (BVC), donde el valor de la Capitalización Bursátil Ajustada de cada compañía determina su nivel de ponderación*”. Debido a que este indicador bursátil contiene las empresas de mayor capitalización en Colombia, se estimó que las acciones aquí seleccionadas representan en gran parte al mercado financiero colombiano. Adicionalmente, este indicador cambia su composición año tras años y se realiza un rebalanceo trimestral en los pesos de las ponderaciones de cada acción que lo compone. Para la obtención de las ponderaciones trimestrales del índice, se utilizó la plataforma financiera Bloomberg. Por lo tanto, en la presente investigación se usaron las acciones que se encuentren listadas en el COLCAP durante el período de estudio y que tienen un porcentaje de apariciones trimestrales en el índice mayor al 90%. A partir del anterior requerimiento, se encontró que solo 10 acciones cumplen con dicha restricción, tal como se observa en la tabla 1.

TMESTRALES EN EL	
ACCIONES	COLCAP
BVC	24
CEMARGOS	25
CORFICOL	25
ECOPETL	23
EXITO	25
FABRI	22
GRUPOARG	25
ISA	25
ISAGEN	24
PFBCOLO	25

*Tabla 1 Acciones seleccionadas según apariciones trimestrales.*

Fuente: Bloomberg

Aunque estas acciones son las que más veces aparecen en el índice, no todas tienen una alta ponderación dentro de este, por lo cual es necesario realizar un filtro basado

en las ponderaciones para elegir las acciones que más peso tengan dentro del índice. Para realizar este filtro, se utilizó la función de jerarquía y percentiles en Excel para organizar las acciones de acuerdo a su peso en el índice según el trimestre en el que se encontraban. Tal como se muestra en la tabla 2, las acciones cinco acciones con mayores pesos y participaciones en el índice a lo largo del periodo estudiado son Ecopetrol, Preferencial Bancolombia, Grupo Argos, ISA, Cementos Argos. Por lo tanto, se estableció que estas cinco acciones serán las utilizadas para realizar la investigación y comprobar la eficiencia en sentido débil.

<b>ACCIONES SELECCIONADAS</b>
ECOPETROL
PFBCOLO
GRUPOARG
ISA
CEMENTOS ARGOS

*Tabla 2 Acciones seleccionadas según ponderaciones en el índice.*

La serie de precios de estas acciones como ya se mencionó anteriormente, será dividida en dos periodos, en el anexo 1 se encuentra un gráfico de línea, el cual muestra la tendencia de las acciones antes y después del MILA.

### **3.3 Test de Ratio Varianza**

Para comprobar la eficiencia en los mercados financieros a través de las caminatas aleatorias; es preciso definir que existen tres tipos de esta tal como lo establecen Duarte et al. (2012). Estos autores afirman que para la caminata aleatoria 1 (RW1), los aumentos deben ser independientes e idénticamente distribuidos (*iid.*); la independencia implica que los incrementos no están correlacionados y que cualesquiera funciones no lineales de los incrementos no estén correlacionadas. En la caminata aleatoria 2 (RW2), se requiere que exista independencia en los incrementos debido a que el supuesto sobre los incrementos idénticamente distribuidos no es correcta en periodos de largo plazo en activos financieros. Finalmente, la caminata aleatoria 3 (RW3), se toman las autocorrelaciones de las series para determinar la posibilidad de predecir los precios actuales a partir de precios históricos.

En este documento, se busca comprobar la eficiencia en los mercados financieros colombianos a través de una caminata aleatoria 3. Para testear la RW3, según Campbell, Lo, & MacKinlay (1997), se deben tomar las correlaciones entre dos observaciones de la misma serie en diferentes momentos del tiempo. Además, establecen que la varianza de los incrementos de la caminata aleatoria debe ser lineales para cualquier intervalo de tiempo. Adicionalmente, una de las pruebas más usadas para medir caminatas aleatorias es el Test de Ratio Varianza, cuyo propósito es probar la caminata aleatoria contra alternativas estacionarias, al explotar el hecho que la varianza de la caminata aleatoria es lineal en todos los intervalos de la muestra (Charles & Darné, 2013). Como establece Chen (2008), la varianza de  $(X_t - X_{t-q})$  es  $q$  veces la varianza de  $(X_t - X_{t-1})$ .

Si bien existen modelos como el Test de ratio varianza múltiple propuesto por Chow y Denning (1993) o el propuesto por Wright (2000) (Chen, 2008), en este trabajo se utilizará el propuesto por Lo & Mackinlay (1988), el cual permite detectar aleatoriedad en los retornos de los precios de las acciones, debido a que compara la varianza de los retornos en diferentes periodos de tiempo, si las correlaciones entre las varianzas son bajas, se establece que existe eficiencia en su forma débil (Arenas Botero & Castro, 2012).

Como mencionan Cambell, Lo y MacKinlay (1997), para aplicar pruebas estadísticas, es necesario convertir la serie de precios de cierre diarios a una serie de rentabilidad continua (Duarte Duarte et al., 2012), para esto se utiliza la siguiente ecuación:

$$Rentabilidad_t = Ln \left( \frac{Precio\ acción_t}{Precio\ acción_{t-1}} \right)$$

De lo anterior se deduce que las rentabilidades diarias de las acciones están dadas por el logaritmo natural entre el precio de la acción en el momento  $t$  y  $t-1$ . En el anexo 2, se observan los gráficos de las rentabilidades de Ecopetrol, Preferencial Bancolombia, Grupo Argos, ISA, Cementos Argos, antes y después del MILA.

Una vez hecho esto, el siguiente paso para comprobar caminatas aleatorias es realizar un análisis del proceso estocástico que genera los resultados deben ser estacionarios (Arenas Botero & Castro, 2012); es decir, se debe aplicar un test de raíz unitaria y comprobar que las series analizadas sean estacionarias, es decir  $V(t) = var(rt)$ . Para probar la estacionariedad de las rentabilidades, se escogieron las pruebas Dickey-Fuller Aumentado y KPSS, cuyo objetivo es evaluar la autocorrelación con valores alrededor

de 1, para el término de error ( $\varepsilon_t$ ), donde el  $H_0: \delta=0$  y  $H_a: \delta \neq 0$ , indicando la hipótesis nula la existencia de raíz unitaria en la serie; se rechaza  $H_0$  para autocorrelaciones ( $\rho$ ) diferentes a uno.

Como ya mencionó anteriormente, el test de ratio-varianza se utiliza para probar caminatas aleatorias en el largo plazo. Según Mongrut (2006), si los retornos de las acciones tienen componentes transitorios; es decir son predecibles, estos tendrán una autocorrelación negativa; lo cual implica que el ratio-varianza caerá debajo de uno con cada rezago ( $q$ ) en el horizonte. Por lo tanto, si los retornos son una caminata aleatoria, la varianza de estos crecerá linealmente con cada intervalo " $q$ ". En otras palabras, existe una caminata aleatoria cuando la sumatoria de los retornos de las varianzas de un solo periodo es igual a la varianza de los retornos de varios periodos (Arenas Botero & Castro, 2012); sin embargo, Hiremath & Kumari (2014) establecen que una caminata aleatoria ocurrirá si el ratio varianza se aproxima a uno. Además, Lo y Mackinlay (1988) establecieron dos test estadísticos para comprobar las caminatas aleatorias. La diferencia entre estos dos estadísticos es la forma de la varianza de los errores; es decir, si la varianza es constante a lo largo del tiempo se dice que la serie es homocedástica, si ocurre lo contrario, se dice que la serie es heterocedástica.

Para las series homocedásticas, las cuales se distribuyen  $\sim N(0,1)$ :

$$Var(q) = \frac{[Var(q) - 1]}{\sqrt{\phi(q)}}$$

Para las series heterocedásticas, las cuales se distribuyen  $\sim N(0,1)$ :

$$Var(q) = \frac{\sqrt{nq}(Var(q) - 1)}{\sqrt{\theta(q)}}$$

Donde,  $nq$  es el total de las observaciones (Duarte Duarte et al., 2012).

Adicionalmente, se usarán gráficos para verificar si los rendimientos de las acciones antes del MILA y después de este siguen una caminata aleatoria o sí, por el contrario, las acciones no siguen una caminata aleatoria y sus precios si pueden ser predichos. Para el análisis de estas gráficas se usará un vector de 5, 10, 15 y 30 periodos para graficar la ratio varianza de cada acción.

## **4. RESULTADOS**

En esta sección se describen los resultados encontrados al aplicar la metodología a los datos. Para una mayor claridad de los resultados, se mantendrá la estructura utilizada durante el trabajo; es decir, primero se describirán los resultados encontrados para cada acción en el periodo Pre-MILA, luego se procederá a hacer lo mismo para el periodo Post-MILA. El primer acercamiento a la serie de datos muestra que los rendimientos para la serie del Post-MILA disminuyeron con respecto a la serie del Pre-MILA, con la excepción de Cementos Argos la cual presentó un incremento. Por otro lado, las desviaciones estándar para el periodo Post-MILA fueron inferiores con respecto a la serie del Pre-MILA, exceptuando la acción ISA.

### **4.1 Pre-MILA**

Según el procedimiento descrito en la sección de metodología, al aplicar los test de raíces unitarias, DFA y KPSS, se evidenció que todos los rendimientos de las acciones seleccionadas son estacionarios; es decir, las series no presentan raíz unitaria y se puede proceder a realizar el test de ratio varianza.

Al aplicar el test de ratio varianza, se evidenció que los rendimientos de Cementos Argos, Ecopetrol, Grupo Argos e ISA siguen una caminata aleatoria con un 95% de confianza; es decir, durante el periodo estudiado, la acción es eficiente en su forma débil y no se pueden obtener retornos anormales. Por otro lado, con un 95% de confianza se evidencia que la acción Preferencial Bancolombia no sigue una caminata aleatoria, por lo tanto, esta acción no es eficiente en su forma débil y si era posible obtener retornos anormales para el periodo antes del MILA.

### **4.2 Post-MILA**

Para el análisis de esta sección de resultados, es necesario realizar el mismo procedimiento que se utilizó en periodo Pre-MILA; es decir, primero se verifican si las series son estacionarias y luego se procede a realizar el test de ratio varianza. Al aplicar los test de raíces unitarias, DFA y KPSS, se evidenció que al igual que para el periodo Pre-MILA, los rendimientos de todas las acciones seleccionadas son estacionarios, en otras palabras, estas no presentan raíz unitaria y se puede proceder a realizar el test de ratio varianza.



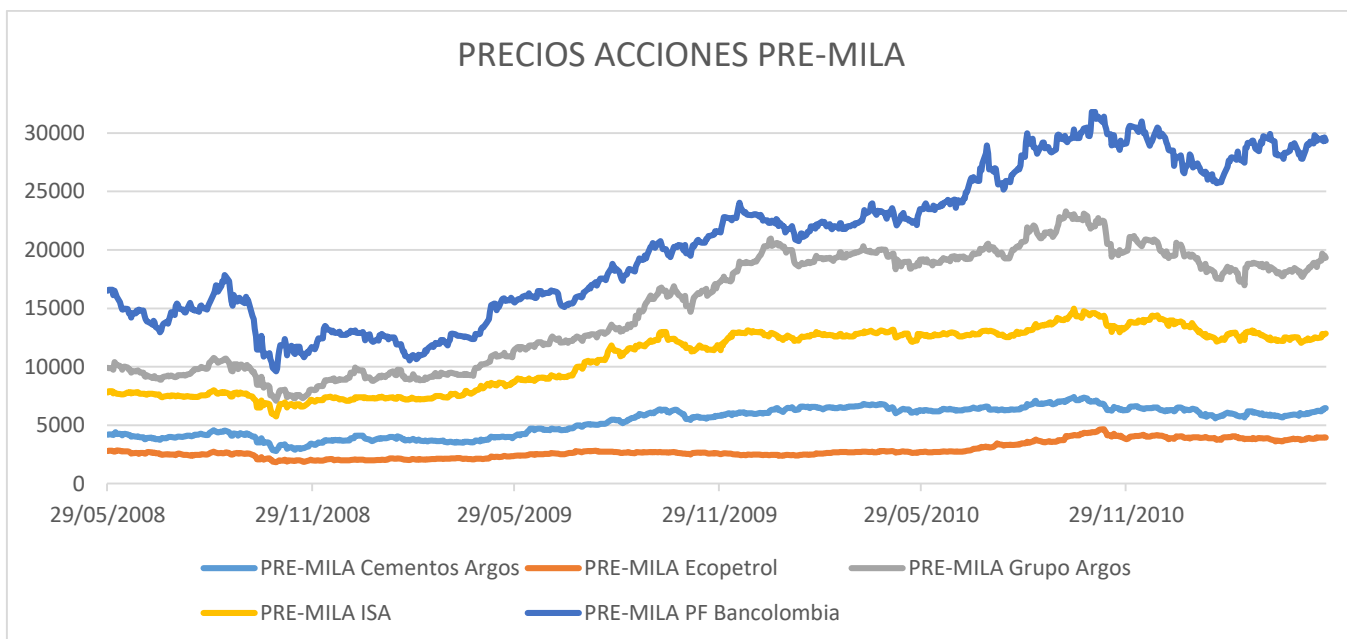
El test de ratio varianza para las series del periodo Post-MILA, evidenciaron que solo las acciones de Cementos Argos y Ecopetrol seguían una caminata aleatoria; es decir, eran eficientes en su forma débil mientras que para las acciones de Grupo Argos, ISA y Preferencial Bancolombia se encontró que no seguían una caminata aleatoria. Por lo tanto, estas no son eficientes en su forma débil y se podía obtener rendimientos anormales.

## **5. CONCLUSIONES**

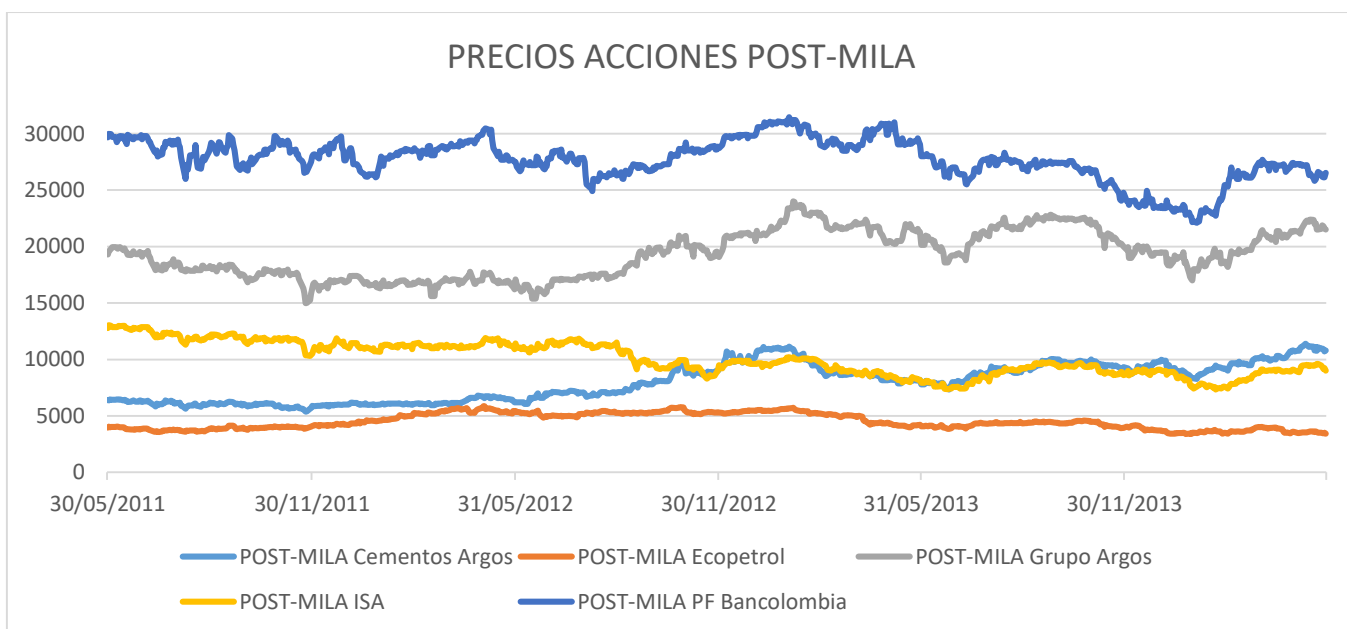
El presente trabajo tenía como propósito verificar si el Mercado Integrado Latinoamericano había generado cambios en la eficiencia del mercado financiero colombiano, lo cual de acuerdo con Fama, (1965a) implica que en él existe una gran cantidad de agente racionales participantes que buscan maximizar sus beneficios, y donde toda la información se encuentra disponible para cualquier participante. Para verificar si la hipótesis del mercado eficiente ocurre en el mercado colombiano, se determinó medirlo a través de las caminatas aleatorias y aplicar un test de ratio varianza. Al aplicar el test de ratio varianza y al realizar un análisis gráfico sobre este, se concluyó que para el periodo Pre-MILA, la hipótesis del mercado eficiente es válida solo para cuatro acciones: Cementos Argos, Ecopetrol, Grupo Argos e Isa, mientras que para la acción Preferencial Bancolombia no es válido la hipótesis del mercado eficiente. Por otro lado, para el periodo posterior a la creación del MILA, se concluye que el mercado se volvió más ineficiente pues de las cinco acciones seleccionadas únicamente Cementos Argos y Ecopetrol siguen una caminata aleatoria mientras que las acciones de Grupo Argos, ISA y Preferencial Bancolombia no la siguen y se considera que estas acciones no cumplen con la hipótesis del mercado eficiente.

En conclusión, se afirma que el Mercado Integrado Latinoamericano no ha tenido el resultado esperado en términos de eficiencia en el mercado financiero colombiano pues después de su implementación, este mercado se ha tornado más ineficiente. Sin embargo, teniendo en cuenta factores como el corto tiempo de desarrollo que ha tenido el MILA, así como las dificultades para su implementación y progreso, no es correcto atribuirle toda la ineficiencia del mercado colombiano a la implementación de este. Por otro lado, existen factores que pueden haber influenciado el mercado para que se tornará ineficiente en el periodo de estudio. Por lo que se propone discutir las causas en posteriores investigaciones haciendo uso de otras herramientas estadísticas para medir dicha ineficiencia.

## Anexo 1

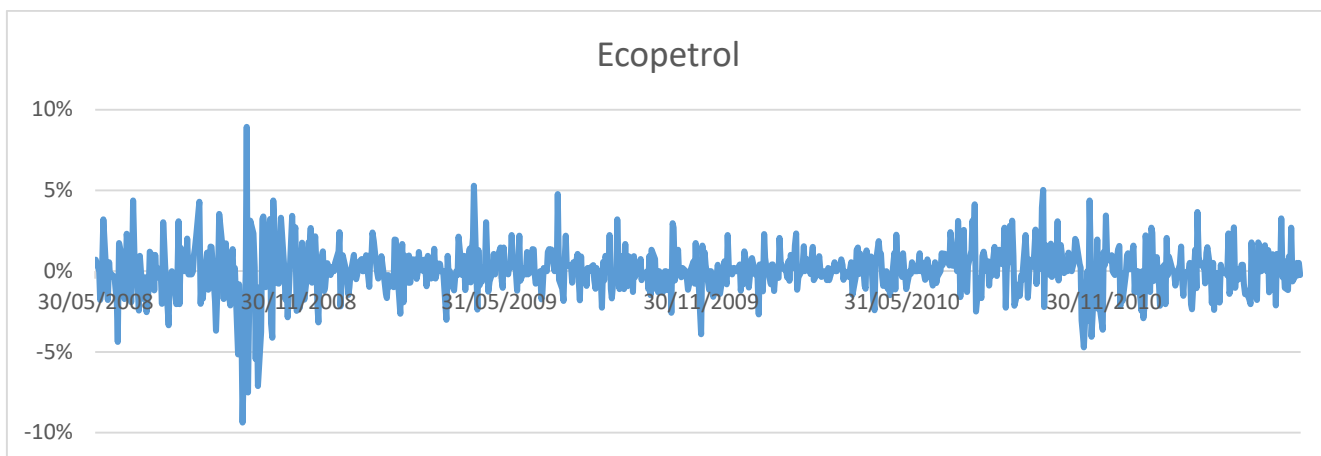


*Ilustración 1 Precios Acciones Pre-MILA. Elaboración Propia.*

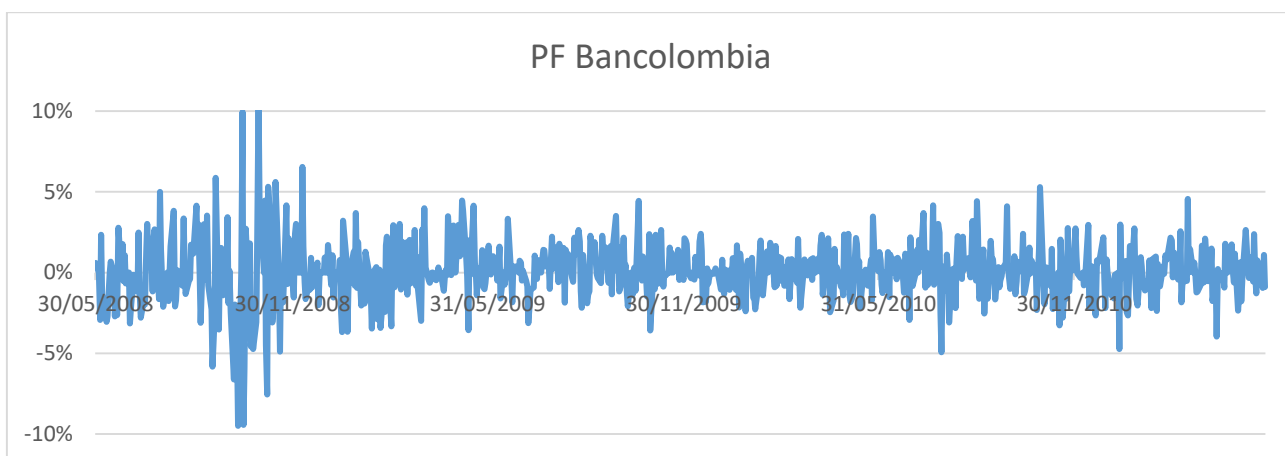


*Ilustración 2 Precios Acciones Post-MILA. Elaboración Propia.*

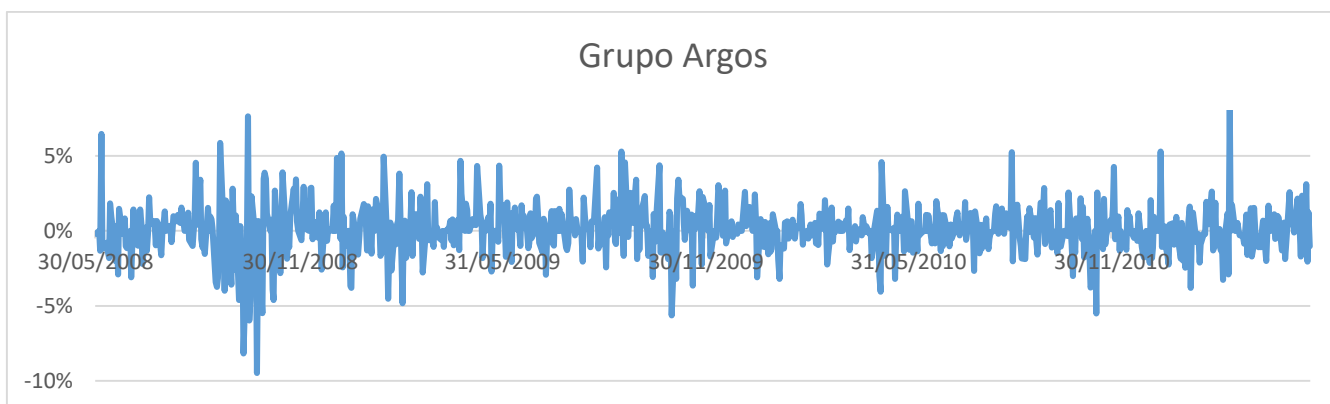
## Anexo 2



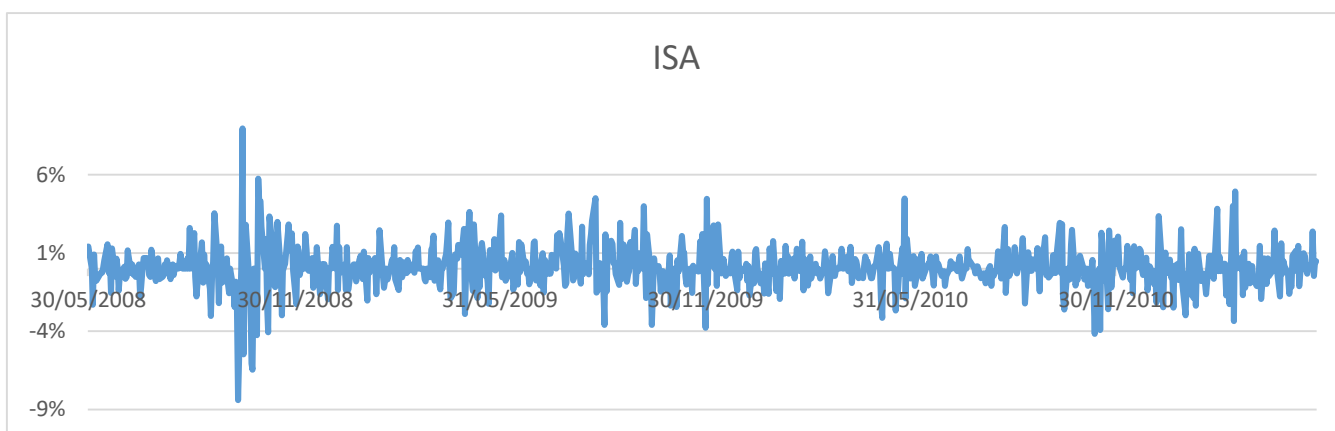
*Ilustración 3 Rendimientos Ecopetrol Pre-MILA. Elaboración Propia.*



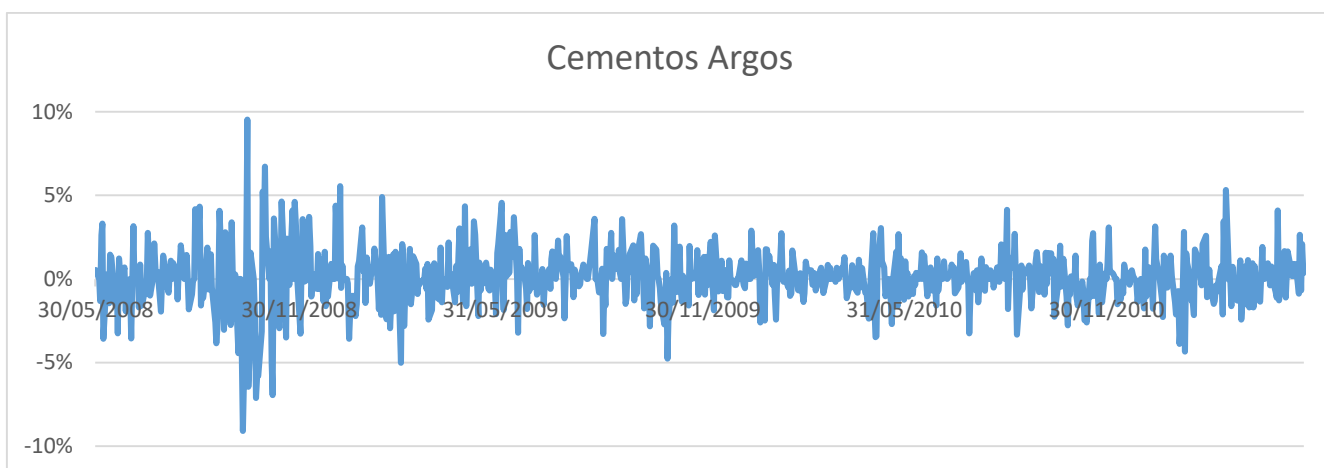
*Ilustración 4 Rendimientos PF Bancolombia Pre-MILA. Elaboración Propia.*



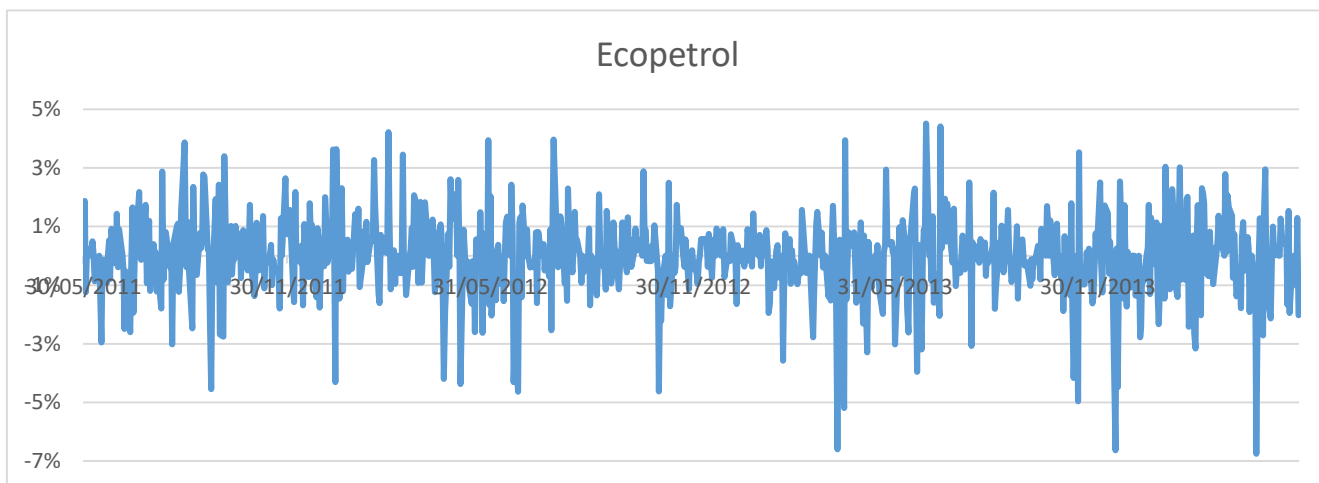
*Ilustración 5 Rendimientos Grupo Argos Pre-MILA. Elaboración Propia.*



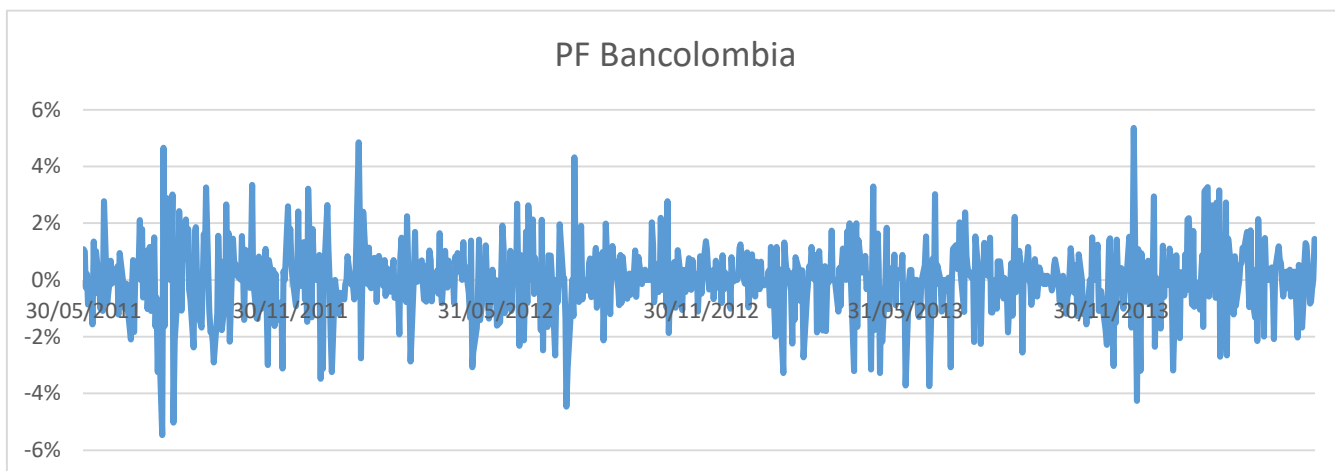
*Ilustración 6 Rendimientos ISA Pre-MILA. Elaboración Propia.*



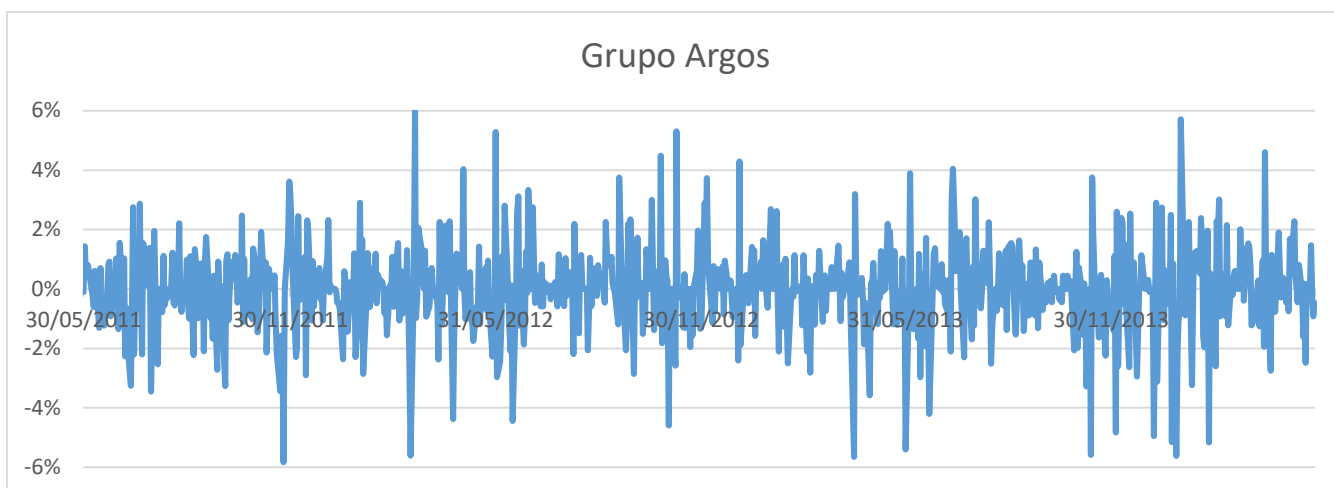
*Ilustración 7 Rendimientos Cementos Argos Pre-MILA. Elaboración Propia.*



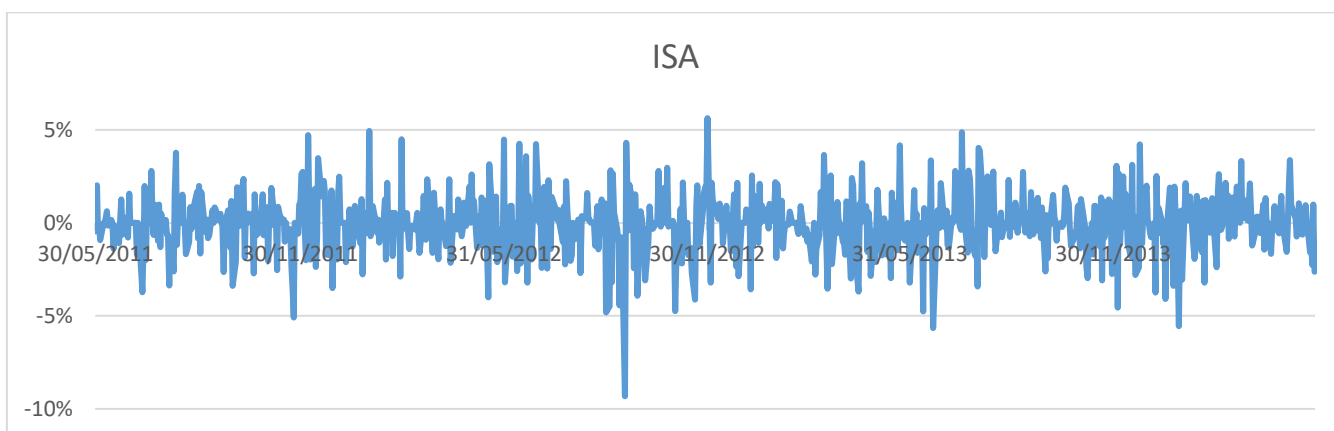
*Ilustración 8 Rendimientos Ecopetrol Post-MILA. Elaboración Propia.*



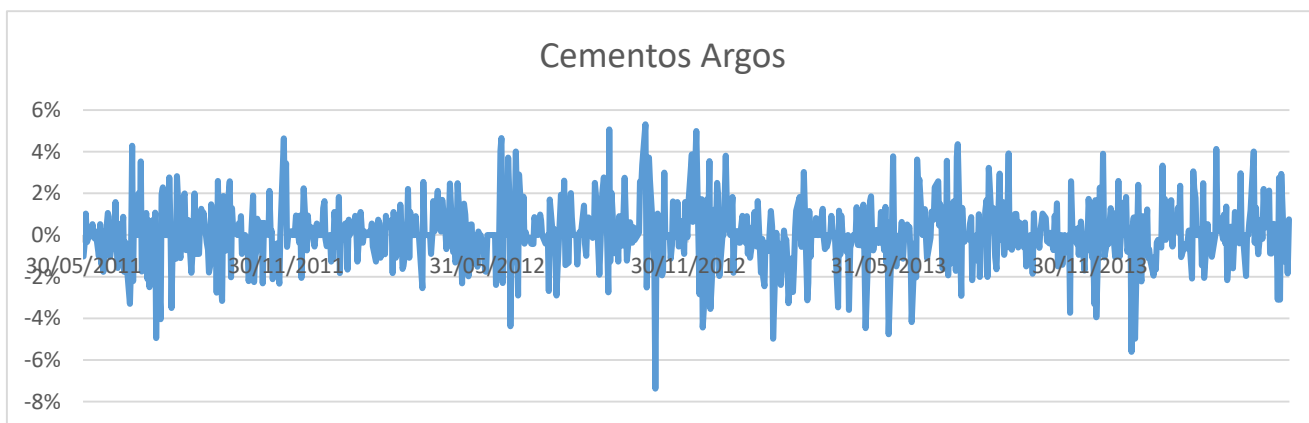
*Ilustración 9 Rendimientos PF Bancolombia Post-MILA. Elaboración Propia.*



*Ilustración 10 Rendimientos Grupo Argos Post- MILA. Elaboración Propia.*



*Ilustración 11 Rendimientos ISA Post-MILA. Elaboración Propia.*



*Ilustración 12 Rendimientos Cementos Argos Post-MILA. Elaboración Propia*

## ANEXO 3

PRE-MILA									
Cementos Argos		Ecopetrol		Grupo Argos		ISA		PF Bancolombia	
Media	0,0006	Media	0,0004	Media	0,0009	Media	0,0006	Media	0,0007
Error típico	0,0006	Error típico	0,0006	Error típico	0,0006	Error típico	0,0005	Error típico	0,0007
Desviación estándar	0,0171	Desviación estándar	0,0154	Desviación estándar	0,0171	Desviación estándar	0,0140	Desviación estándar	0,0188
Varianza de la muestra	0,0003	Varianza de la muestra	0,0002	Varianza de la muestra	0,0003	Varianza de la muestra	0,0002	Varianza de la muestra	0,0004
Curtosis	3,7502	Curtosis	4,8093	Curtosis	4,0105	Curtosis	5,6630	Curtosis	4,5307
Coefficiente de asimetría	-0,1054	Coefficiente de asimetría	-0,2552	Coefficiente de asimetría	-0,0776	Coefficiente de asimetría	0,0650	Coefficiente de asimetría	0,0228

Tabla 3 Estadística Descriptiva Pre-MILA

POST-MILA									
Cementos Argos		Ecopetrol		Grupo Argos		ISA		PF Bancolombia	
Media	0,0007	Media	-0,0002	Media	0,0001	Media	-0,0005	Media	-0,0001
Error típico	0,0006	Error típico	0,0005	Error típico	0,0005	Error típico	0,0006	Error típico	0,0005
Desviación estándar	0,0156	Desviación estándar	0,0140	Desviación estándar	0,0152	Desviación estándar	0,0162	Desviación estándar	0,0129
Varianza de la muestra	0,0002	Varianza de la muestra	0,0002	Varianza de la muestra	0,0002	Varianza de la muestra	0,0003	Varianza de la muestra	0,0002
Curtosis	1,7296	Curtosis	2,9525	Curtosis	2,4534	Curtosis	2,2256	Curtosis	1,8478
Coefficiente de asimetría	-0,0837	Coefficiente de asimetría	-0,5812	Coefficiente de asimetría	-0,2585	Coefficiente de asimetría	-0,3162	Coefficiente de asimetría	-0,1320

Tabla 4 Estadística Descriptiva POST-MILA

## Bibliografía

- Akintoye, I. R. (2008). Efficient Market Hypothesis and Behavioural Finance : A Review of Literature. *European Journal of Social Sciences*, 7(2), 7–17. Retrieved from [http://pdfskynet.yolasite.com/resources/All\\_PDF\\_3/Ejss\\_7\\_2\\_01.pdf](http://pdfskynet.yolasite.com/resources/All_PDF_3/Ejss_7_2_01.pdf)
- Aragonés, J. R., & Mascareñas, J. (1994). La eficiencia y el equilibrio en los mercados de capital. *Análisis Financiero*, 64, 76–89.
- Arenas Botero, N., & Castro, J. (2012). *Eficiencia del Mercado Accionario en Colombia. Colegio de Estudios Superiores de Administración*. Colegio de Estudios Superiores de Administración. <http://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Bachelier, L. (1900). Théorie de la spéculation. *Annales Scientifiques de l'École Normale Supérieure*, 3(3), 21–86.
- Ball, R. (2009). The Global Financial Crisis and the Efficient Market Hypothesis: What Have We Learned? *Journal of Applied Corporate Finance*, 21(4), 8–16. <http://doi.org/10.1111/j.1745-6622.2009.00246.x>
- Banco de la República de Colombia. (n.d.). Índices del mercado bursátil colombiano | Banco de la República (banco central de Colombia). Retrieved from <http://www.banrep.gov.co/es/igbc>
- Bolsa de Valores de Colombia. (n.d.). 80 años del mercados de Valores en Colombia. Retrieved August 26, 2016, from [https://www.bvc.com.co/recursos/Files/Acerca\\_de\\_la\\_BVC/Ochenta\\_Anos\\_Mercado\\_de\\_Valores.pdf](https://www.bvc.com.co/recursos/Files/Acerca_de_la_BVC/Ochenta_Anos_Mercado_de_Valores.pdf)
- Campbell, J. Y., Lo, A. W., & MacKinlay, A. C. (1997). The Predictability of Asset Returns. In *The Econometrics of Financial Markets* (pp. 27–82). Princeton, N. J.: Princeton University Press.
- Charles, A., & Darné, O. (2013). Variance ratio tests of random walk : An overview. *Journal of Economic Surveys*, 23(3), 503–527.
- Chen, J. H. (2008). Variance Ratio Tests Of Random Walk Hypothesis Of The Euro Exchange Rate. *International Business & Economics Research Journal (IBER)*, 7(12), 97–106. Retrieved from <http://cluteonline.com/journals/index.php/IBER/article/view/3318>



- Cowles, A. 3rd. (1933). Can Stock Market Forecasters Forecast? *Econometrica*, 1(3), 309–324.
- Duarte Duarte, J. B., & Mascareñas Pérez-Iñigo, J. M. (2013). La eficiencia de los mercados de valores: una revisión. *Análisis Financiero*, 122, 21–35.
- Duarte Duarte, J. B., & Mascareñas Pérez-Iñigo, J. M. (2014). Comprobación de la eficiencia débil en los principales mercados financieros latinoamericanos. *Estudios Gerenciales*, 30(133), 365–375. <http://doi.org/10.1016/j.estger.2014.05.005>
- Duarte Duarte, J. B., Mascareñas Pérez-Iñigo, J. M., & Sierra Suárez, K. J. (2014). Testing the efficiency market hypothesis for the Colombian stock market. *Dyna*, 81(1), 1–10. Retrieved from <http://www.oeconomica.uab.ro/upload/lucrari/1120091/41.pdf>
- Duarte Duarte, J. B., Medina Pérez, A., & Romero Álvarez, Y. (2012). Estudio de correlación serial en las principales empresas de la bolsa de valores de Colombia. In *XVII CONGRESO INTERNACIONAL DE CONTADURÍA ADMINISTRACIÓN E INFORMÁTICA*.
- Fama, E. F. (1965a). Random Walks in Stock Market Prices. *Financial Analysts Journal*, 21(5), 55–59.
- Fama, E. F. (1965b). The Behavior of Stock-Market Prices. *Journal of Business*, 38(1), 35–105.
- Fama, E. F. (1970). Efficient Capital Markets: A Review Of Theory And Empirical Work. *The Journal of Finance*, 25(2), 383–417. <http://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1970.tb00518.x>
- Fama, E. F. (1991). Efficient Capital Markets: II. *The Journal of Finance*, 46(5), 1575–1617. <http://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1991.tb04636.x>
- Gujarati, D., & Porter, D. (2009). *Basic Econometrics* (5th ed.). New York, NY: McGraw-Hill/Irwin.
- Gupta, E., Preetibedi, & Poonamlakra. (2014). Efficient Market Hypothesis V/S Behavioural Finance. *IOSR Journal of Business and Management*, 16(4), 56–60.
- Hernández Gamarra, K. (2014). *Análisis de la eficiencia del mercado MILA con respecto al precio internacional del petróleo*. Pontificia Universidad Javeriana.

- Hiremath, G. S., & Kumari, J. (2014). Stock returns predictability and the adaptive market hypothesis in emerging markets : evidence from India. *J. SpringerPlus*, 3(2004), 1–14.
- Lim, K.-P., Brooks, R. D., & Kim, J. H. (2008). Financial crisis and stock market efficiency: Empirical evidence from Asian countries. *International Review of Financial Analysis*, 17(3), 571–591. <http://doi.org/10.1016/j.irfa.2007.03.001>
- Lo, A. W., & Mackinlay, A. C. (1988). Stock Markey Prices Do Not Follow Random Walks: Evidence From A Simple Specification Test. *The Review of Financial Studies*, 1(1), 41–66.
- Malkiel, B. G. (1991). Efficient Market Hypothesis. In J. Eatwell, M. Milgate, & P. Newman (Eds.), *The World of Economics* (pp. 211–218). London: Palgrave Macmillan UK. [http://doi.org/10.1007/978-1-349-21315-3\\_28](http://doi.org/10.1007/978-1-349-21315-3_28)
- Malkiel, B. G. (2003). The Efficient Market Hypothesis and Its Critics. *Journal of Economic Perspectives*, 17(1), 59–82.
- Méndez Chaves, A. (2009). *Revisión a la eficiencia del mercado de capitales colombiano*. Universidad Nacional de Colombia.
- Mercado Integrado Latinoamericano. (n.d.). MILA - Reseña Historica. Retrieved from <http://www.mercadomila.com/home/resena>
- Mongrut Montalván, S. (2006). Market Efficiency : An Empirical Survey In Peru And Other Selected Countries. *Apuntes*, 51, 49–85.
- N'DRI, K. léon. (2015). Variance Ratio Tests of The Random Walk in The BRVM. *Applied Economics and Finance*, 2(2), 118–125. <http://doi.org/10.11114/aef.v2i2.751>
- Noman, A. M., & Ahmed, M. U. (2008). *Efficiency of the foreign exchange markets in South Asian Countries* (No. 2008–18). Retrieved from <http://orp.aiub.edu/WorkingPaper/WorkingPaper.aspx?year=2008>
- Nwachukwu, J. C., & Shitta, O. (2015). Testing the weak-form efficiency of stock markets. *International Journal of Emerging Markets*, 10(3), 409–426. <http://doi.org/10.1108/IJoEM-07-2013-0115>
- Ojeda Echeverri, C. A. (2012). *Una prueba de la eficiencia débil en el mercado accionario*

Colombiano. Universidad Nacional de Colombia.

- Ojeda Echeverri, C. A., & Castaño Vélez, E. A. (2014). Prueba De Eficiencia Débil En El Mercado Accionario Colombiano. *Semestre Económico*, 17(35), 13–42. Retrieved from <http://revistas.udem.edu.co/index.php/economico/article/view/931> nC:\Users\Sergio\AppData\Roaming\Zotero\Zotero\Profiles\swy4iif1.default\zotero\storage\EMDXR6D3\931.html
- Sewell, M. (2011). History of the Efficient Market Hypothesis. *Research Note*, 11(4), 1–14. <http://doi.org/10.2139/ssrn.1006716>
- Shiller, R. J. (2003). From Efficient Markets Theory to Behavioral Finance. *Journal of Economic Perspectives*, 17(1), 83–104.
- Vargas Sierra, C. A., & Castaño Calle, C. (2015). *Incidencia del Mercado Integrado Latinoamericano (MILA) en cada una de las bolsas de valores que lo componen*. Universidad EAFIT.
- Wooldridge, J. M. (2009). *Introductory Econometrics: A Modern Approach* (4th ed.). Mason, OH: Thomson/South-Western. <http://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Worthington, A. C., & Higgs, H. (2003). *Tests of random walks and market efficiency in Latin American stock markets: An empirical note* (No. 157). *School of Economics and Finance Discussion Papers and Working Papers Series*. School of Economics and Finance, Queensland University of Technology.